

SITZUNG VOM 20. OCTOBER 1853.

Eingesendete Abhandlungen.

Über die Zusammensetzung der Asche von Kartoffelknollen.

Von Dr. J. Moser,

Professor der Chemie und Physik an der k. k. höhern landwirthschaftlichen
Lehranstalt zu Ungarisch-Altenburg.

Das bestandene k. k. Ministerium für Landescultur und Bergwesen übersandte der hiesigen Lehranstalt im Herbst 1852 zwei Sorten von gesunden Kartoffelknollen — aus der Lombardie stammend — mit dem Auftrage, die Asche dieser Knollen mit aller Sorgfalt und Genauigkeit zu untersuchen. Mit der Ausführung der Analysen betraut, war es mein eifrigstes Bestreben der hohen Anordnung zufolge die Untersuchung mit aller Umsicht durchzuführen, daher ich denn auch glaube, die Resultate dieser Analysen dürften einigen Werth haben. Da bekanntlich das Verfahren bei der Darstellung der Asche sowohl, als auch bei der Analyse selbst einen wesentlichen Einfluss auf die Resultate hat, so erlaube ich mir in kurzer Beschreibung das befolgte Verfahren der Angabe der Resultate vorangehen zu lassen.

Die Einäscherung der sorgfältig gereinigten, zerschnittenen und in Steinguttiegeln verkohlten Knollen geschah nach Dr. Strecker's Angabe in der Muffel bei möglichst niedriger Temperatur, wodurch eine wohl nicht völlig kohlenfreie Asche erzielt wurde, dagegen aber auch kein Verlust an Chloriden u. s. w. eintreten konnte. Die letzten Antheile der Kohle in der Asche liessen sich weder durch fortgesetzte Einwirkung einer sehr gelinden Rothglut in der Muffel, noch durch Anwendung stärkerer Glühhitze über der Spirituslampe entfernen; und weil in letzterem Fall immer ein auf Verluste an Chloriden und Schwefelsäure deutendes Zusammenbacken der Asche eintrat, so

wurde die rückständige Kohle bei der Asche belassen, und ihre Menge durch Zurückwägen bestimmt.

Sowohl dieser Rückstand an Kohle, der durch eine Wägung zu bestimmen war, als auch der Gehalt der Asche an Kohlensäure, welcher aus dem Verluste sich ergab, liessen es behufs einer sichereren Controle rathsam erscheinen, aus einer und derselben Aschenmenge alle Bestimmungen zu machen; es musste desshalb die Asche in Salpetersäure gelöst werden. Zur Anwendung dieses bei der Analyse von Pflanzenaschen sonst nicht gebräuchlichen Lösungsmittels liess ich mich um so lieber bestimmen, als der Grund warum man die Salpetersäure nicht zur Lösung verwendet, von untergeordnetem Belange ist; man besorgt nämlich, dass die Schwefelsäurebestimmung in Folge von zugleich ausgeschiedenem salpetersaurem Baryte unrichtig ausfallen könne — eine durch mannigfache Mittel leicht zu beseitigende Fehlerquelle.

Die Asche wurde mit der verdünnten Salpetersäure bei 50 — 60° C. über eine Stunde digerirt, und die rückständige Kohle auf einem kleinen Filtrum gesammelt; diese wurde sofort zuerst mit salpetersäurehaltendem, dann mit reinem heissen Wasser vollkommen ausgewaschen. Im Filtrate wurden Chlor, Schwefelsäure und dann Kieselsäure auf die gewöhnliche Art abgeschieden. Zur Bestimmung der Phosphorsäure, welche in der Überschuss an Alkalien enthaltenden Asche nur als dreibasige Säure vorkommt, wurde der in den Laboratorien von Liebig, Fresenius, u. A. derzeit bei der Analyse von Pflanzenaschen verfolgte Gang gewählt, welcher sich auf die Unlöslichkeit des phosphorsauren Eisenoxydes [$2Fe_2O_3 \cdot 3PO_5$] so wie des oxalsauren Kalkes in Essigsäure, und auf die Löslichkeit des phosphorsauren Calcium- und Magniumoxydes in derselben Säure stützt. Es wurde desshalb das von der abgeschiedenen Kieselsäure erhaltene Filtrat erhitzt, mit Ammon fast neutralisirt und dann mit essigsaurem Ammon im Überschusse versetzt, um das phosphorsaure Eisenoxyd abzuschneiden. Ist die Flüssigkeit hinreichend verdünnt und heiss, so hat man nicht zu besorgen, dass mit dem phosphorsauren Eisenoxyde auch ein Theil der phosphorsauren alkalischen Erden sich abscheidet, was stets erfolgt, wenn die Flüssigkeit concentrirt ist. Das essigsaure Filtrat vom phosphorsauren Eisenoxyd wurde zur Abscheidung des Kalkes mit Oxalsäure oder oxalsaurem Ammon versetzt und der Niederschlag nach 24 Stunden filtrirt.

Das Filtrat, welches noch freie Essigsäure enthalten muss, gab mit Ammon übersättigt die Magnesia sammt einem Theil der Phosphorsäure; der noch im Filtrat enthaltene Rest der Phosphorsäure wurde durch schwefelsaure Magnesialösung (die mit Chlorammonium versetzt ist) ausgefällt.

Zur Trennung der überschüssig zugesetzten schwefelsauren Magnesia von den Alkalien diente essigsaurer Baryt; die Alkalien wurden als Chloride durch Platinchlorid getrennt, und ward auch das Chlornatrium durch directe Wägung bestimmt, so dass nur die Kohlensäure aus dem Verluste zu berechnen kam; übrigens wurden auch directe Kohlensäurebestimmungen gemacht, deren Ergebnisse mit den berechneten gut stimmend — unter den Resultaten — folgen.

Bezüglich der rückständigen Kohle ist noch zu erwähnen, dass dieselbe, nachdem ihr Gewicht bestimmt war, sammt dem Filter eingäschert wurde. Die geringe Menge dieser meistens lichtgrauen und sandfreien Asche wurde derjenigen Flüssigkeit zugesetzt, die behufs der Kieselsäureabscheidung eingedampft wurde.

Resultate der Analyse:

1. Gehalt an Wasser und an Trockensubstanz.

Die Knollen der Sorte Nr. I enthielten in 100 Theilen:

76·027% Wasser und

23·973% Trockensubstanz.

Die Knollen der Sorte Nr. II enthielten in 100 Theilen:

80·135% Wasser und

19·865% Trockensubstanz.

2. Aschengehalt der Knollen.

Derselbe beträgt (nach Abschlag der Kohle)

bei Nr. I 1·039% der frischen oder 4·334% der trockenen Substanz

„ „ II 1·151% „ „ „ 5·798% „ „ „

Wird von diesen Zahlen noch der Gehalt der Aschen an Kohlensäure abgerechnet, um aus der nachfolgenden Zusammenstellung (3) die Erschöpfung des Bodens an Mineralsubstanz direct berechnen zu können, so ergibt sich ein

Aschengehalt nach Abschlag der Kohlensäure:

bei Nr I von 0·919% d. frischen od. 3·846% d. trockenen Substanz

„ Nr II „ 1·045% „ „ „ 5·178% „ „ „

3. Percentische Zusammensetzung der Asche (mit Ausschluss der Kohlensäure).

In 100 Theilen Asche sind enthalten:

	bei Nr. 1.	bei Nr. II.
Chlorkalium	1·098	4·110
Chlornatrium	2·914	3·085
Kaliumoxyd	66·561	63·550
Eisenoxyd	0·792	0·453
Kalk	1·592	1·803
Magnesia	3·662	4·261
Phosphorsäure	17·548	18·578
Schwefelsäure	4·559	3·920
Kieselsäure	1·345	0·237
Mangan	Spuren	Spuren
	<u>100·071</u>	<u>69·997</u>

Durchschnittl. Kohlensäuremenge 10·91% 10·34% der Asche.

Alle diese Zahlen sind ein Mittel von mindestens je zwei gut stimmenden Daten. Bezüglich der sub 1 und 2 angeführten ist zu erwähnen, dass die Knollen ungeachtet des weiten Transportes

T a-

Analytiker:	Boussingault	W a y		
Culturverhältnisse:	gedüngter Boden	gut gedüngter Boden	permanente Kartoffelernte	wechselnde Kartoffelernte
Fortlaufende Nr. der Analysen:	I.	II.	III.	IV.
Aschen- } der frischen gehalt } der trockenen Sub- } stanz	0·93	0·76	1·27	1·08
	3·90	?	?	?
Die Asche enthält in 100 Theilen:				
Chlorkalium	6·59	8·15	—	—
Chlornatrium	—	2·46	4·12	2·21
Kali	56·50	46·97	56·03	56·79
Natron	Spuren	—	—	0·95
Eisenoxyd	0·58	?	?	?
Kalk	2·09	3·32	5·46	3·06
Magnesia	6·29	13·57	10·46	7·79
Phosphorsäure	13·16	11·95	15·99	18·40
Schwefelsäure	8·27	6·43	5·60	2·69
Kieselsäure	6·52	7·15	2·34	8·11
Sauerstoffmenge der Alkalien und alkalischen Erden . .	12·610	14·353	15·261	13·911
Verhältniss der Phosphorsäure zum Sauerstoff der Alkalien und alkalischen Erden . .	1:0·96	1:1·20	1:0·95	1:0·76

1) Ohne Zweifel sind diese Knollen — nach dem Zustande der Bodencultur in

ganz frisch aussahen, dass also die Bestimmungen über den Wassergehalt wenigstens nahezu richtig sind.

Dem äussern Ansehen nach unterschieden sich diese Knollen nur dadurch, dass Nr. I eine etwas hellere Schale hatte; bei Nr. II zeigten sich im Innern blassrothe Ringe.

Beide Sorten gehören zu den feinschaligen Kartoffeln. Während des Winters wurden die Knollen in einem ebenerdigen etwas feuchten Locale aufbewahrt, erhielten sich daselbst ganz frisch, und hatten sämtliche Knollen gegen Ende März reichlich Keime getrieben.

Zur Vergleichung der Resultate sind die eben angeführten Analysen mit denen von Boussingault, Way und Herapath in der nachfolgenden Tabelle I zusammengestellt. Bei der Abhängigkeit der Resultate von den Methoden der Untersuchung erschien es wichtig die Daten der zwei letztgenannten Analytiker aufzuführen, weil sie mehrere Untersuchungen anstellten, die wenigstens unter sich vergleichbar sind oder sein sollen. Boussingault's Arbeit wurde mit aufgenommen, weil sie am häufigsten citirt und zu weitem Berechnungen benutzt wird.

b e l l e I.

Herapath					Moser	
gut gedüngter und bewässerbarer Boden					? *)	? *)
V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
1·302	1·060	1·270	1·095	0·88	1·039	1·151
4·818	3·630	4·358	3·464	3·975	4·334	5·798
—	—	—	—	—	1·098	4·110
Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	2·45	2·914	3·085
69·68	65·82	70·59	69·98	62·11	66·561	63·550
Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	—	—
Spuren	Spuren	0·043	Spuren	Spuren	0·792	0·453
2·97	1·84	4·96	5·0	3·30	1·592	1·803
6·49	5·49	5·01	2·11	3·50	3·662	4·261
17·22	20·83	14·89	14·36	20·67	17·548	18·578
3·61	6·00	4·32	7·53	7·94	4·559	3·920
Spuren	Spuren	0·163	Spuren	Spuren	1·345	0·237
15·365	13·902	15·421	14·158	12·892	13·225	13·019
110·89	110·67	111·03	110·98	110·62	110·75	110·70

der Lombardie zu schliessen — auf frisch gedüngten oder wenigstens gut bearbeiteten Äckern gezogen worden.

Die in dieser Tabelle neben einander stehenden Zahlen zeigen auffallende Verschiedenheiten sowohl in der Aschenmenge als auch in der Qualität und Quantität der Aschenbestandtheile. Wie die vorletzte Querspalte ausweist, ist der Versuch, diese Verschiedenheiten wenigstens bezüglich der Basen in einige Übereinstimmung zu bringen, nicht sehr günstig ausgefallen; ein Gleiches ist der Fall in Bezug auf das in der letzten Querspalte angeführte Verhältniss der Phosphorsäure zum Sauerstoff der Alkalien und alkalischen Erden.

Die Verschiedenheiten obiger Angaben in den qualitativen und quantitativen Verhältnissen von Chlorkalium, Chlornatrium und Kieselsäure finden wohl darin eine Erklärung, dass die im Boden sich entwickelnden Knollen von den leicht löslichen Chloriden der Alkalien,

T a-

	Boussingault	W a y		
	I.	II.	III.	IV.
Kali	65·46	57·02	59·90	63·32
Natron	—	—	—	1·06
Kalk	2·42	4·04	5·84	3·41
Magnesia	7·29	16·54	11·18	8·68
Phosphorsäure	15·25	14·56	17·09	20·52
Schwefelsäure	9·58	7·84	5·99	3·00
Sauerstoffmenge der Alkalien und alkalischen Erden . .	14·725	17·453	16·314	15·477

je nachdem diese in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sind, auch wechselnde Mengen aufnehmen, während die Kieselsäure ebensowohl auf diese Art, sowie überdem noch als zufällige Verunreinigung in die Asche gelangen kann; es wird daher der Schluss nicht gewagt sein, dass diese Bestandtheile in der Asche der Kartoffelknollen nicht zu den wesentlichen gehören, ein Ähnliches dürfte vom Eisenoxyd, dessen Menge von aussen gegen innen (wie ich mich mehrfach überzeugte) beträchtlich abnimmt. Lässt man nun diese als nicht wesentlich zu betrachtenden Bestandtheile der Asche aus den in der Tabelle I angeführten Analysen weg und berechnet dann aus dem Reste wieder die procentische Zusammensetzung der Asche, so ergeben sich die in der Tabelle II zusammengestellten Zahlen:

Durch diese Umrechnung werden die quantitativen Angaben der einzelnen Analytiker über das Kaliumoxyd und die Phosphorsäure bedeutend näher gerückt, während das relative Verhältniss des Kali zu Kalk und Magnesia so wie das der letzteren zwei unter sich dasselbe bleibt. Die Unterschiede in der Sauerstoffmenge der Basen werden noch zufällig grösser, weil sie proportionirt mit den eliminirten Zahlen steigen; das Verhältniss der Phosphorsäure zum Sauerstoff der Basen bleibt dagegen wieder dasselbe, wie in der Tabelle I. Wenn auch diese letzte Tabelle noch beträchtliche Differenzen ausweist, so dürften die darin zusammengestellten Zahlen doch Anhaltspunkte zu quantitativen Mischungsverhältnissen geben, behufs der Ausführung von synthetischen Versuchen, die uns über die, die

b e l l e II.

Herapath					Moser	
V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
69· 68	65· 82	70· 75	69· 98	63· 68	70· 87	68· 89
—	—	—	—	—	—	—
2· 97	1· 84	4· 97	5· 0	3· 39	1· 69	1· 96
6· 49	5· 49	5· 03	2· 11	3· 59	3· 89	4· 62
17· 22	20· 83	14· 92	14· 36	21· 20	18· 72	20· 17
3· 61	6· 00	4· 33	7· 53	8· 14	4· 85	4· 26
15·365	13·902	15·449	14·158	13·222	14·076	13·470

Aschen der Pflanzen betreffenden Fragen wohl nur allein genügenden und sichern Aufschluss geben können.